Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 16, No. 1, June 2025, pp. 71-93

Original Research
Homepage: https://ijpr.um.ac.ir

https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.89397.1097

Effectiveness of Chemical Management for Broadleaf Weeds in Autumn-Sown Chickpea (*Cicer arietinum* L.)

Mozhgan Veisi[1*], Mehdi Minbashi Moeini[2], Sepideh Hatami[3], Mohammad Saleh Mansouri[4]

Received: 18-08-2024 Revised: 12-10-2024 Accepted: 10-12-2024 Available Online: 10-12-2024	**Cite this article:** Veisi, M., Minbashi Moeini, M., Hatami, S., & Mansouri, M. S. (2025). Effectiveness of chemical management for broadleaf weeds in autumn-sown chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Pulses Research*, *16*(1), 71-93. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.89397.1097

Introduction
Chickpeas, with 37.8 % of the total production of pulses, ranked first in Iran and produced 168142.5 t.ha^{-1} in 439872 ha of area harvested. The largest area under cultivation of chickpea is located in Kermanshah, Kurdistan and Lorestan provinces in Iran. Various strategies for weed management can be used in autumn-sown chickpea, including application of interrow cultivator, crop management (crop rotations) and application of herbicides. Herbicide can be considered as one of the effective measures to reduce weed damage in chickpea. Like other pulses, chickpea is more likely damaged by post (post emergence) herbicides than PRE (pre emergence) herbicides. This indicates the limitations of herbicides, especially post-emergence herbicides for broadleaf weeds in chickpeas. Ccurrently, only few herbicides are recommended for chickpea in Iran. Farmers in Iran prefer to manage weeds, by hand weeding or using cultivator between rows, due to potential risk of herbicide damages, high cost involved in herbicide applications, and limited herbicide options for selective weed control. Considering the wide range of weed species in chickpeas in different regions of Iran, autumn-sown requires herbicides that provide a broader spectrum of weed control. Furthermore, the preventing of weed resistance to herbicides makes it necessary to increase the diversity of herbicides. In this regard, the purpose of this study was to compare new PRE-herbicide (flumioxazin) with different rates as IBS, PRE, and early-post with previously used herbicides, in terms of weed control and subsequently increase grain yield of chickpea.

Materials and Methods
This experiment was carried out in Kermanshah, West Azerbaijan and Hamadan during crop year 2021-2022, Iran. The experiment was laid out in a randomized complete block design (RCBD) with 12 treatments and four replicates. Treatments included pre-emergence (PRE) application of novagap (aclonifen 600 SC) at 1, 2, 3 and 4 l.ha^{-1}, oxyfluorfen (SC 24%) at 0.7 l.ha^{-1}, clean sheet (flumioxazin, WP 50%) at100 g.ha^{-1}, post-emergence (POST) application of aclonifen at 1, 1.5, 2 and 2.5 l.ha^{-1}, PRE application of oxyfluorfen at 0.7 l.ha^{-1}+POST application of aclonifen at 1.5 l.ha^{-1} and hand weeding. 30 days after post-emergence spraying, density and dry weight of weeds per plot were determined and compared with untreated control. At harvesting, grain yield, plant height and dry weight of chickpea was measured per unit area. Variance analysis of chickpea data was also done through SAS software, and then the averages were compared based on Duncan's test ($p<0.05$).

Results and Discussion
At kermanshah visual evaluation results showed that the highest reduction in weeds (87 to 90%) was observed in PRE application of aclonifen at 2, 3 and 4 l.ha^{-1} and flumioxazin without any significant difference. In addition, PRE

1- Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Kermanshah, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran
2- Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
3- Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of West Azerbayjan, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Urmia, Iran
4- Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Kurdistan, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sanandaj, Iran
* Corresponding Author: movassi2002@yahoo.com

application of aclonifen 2 l.ha^{-1} had a very good efficiency (91-100%) in reducing the density and dry weight of weeds of *R. rugosum*, *C. album* and *C. orientalis*. Also, *C. intybus* and *C. oxycantha* were controlled by this treatment with a lower percentage (72-81%). The highest grain yields of chickpea in Kermanshah (590.5 to 609 kg.ha^{-1}) was observed in the PRE aclonifen at 2 and 3 l. ha^{-1} that had no significant difference with hand weeding. At Hamadan, the highest weed control efficiency (95%) found in aclonifen at 2, 3 and 4 l.ha^{-1}, flumioxazin, oxyflourfen and oxyfluorfen + aclonifen. The results in Hamedan showed that flumioxazin, post aclonifen 2.5 l.ha^{-1} and PRE aclonifen 2, 3 and 4 l.ha^{-1}, oxyfluorfen and oxyfluorfen + aclonifen favorably reduced the density of *D. Sophia*, *Alyssum* spp. and total weeds. In the visual evaluation, the highest efficiency belonged to aclonifen at 4 l.ha^{-1}, followed by PRE aclonifen at 2 and 3 l. ha^{-1}, flumioxazin and oxyfluorfen + aclonifen. At Hamedan, PRE aclonifen at 2 l. ha^{-1} and flumioxazin had the highest grain yield of chickpea with 309 and 322 kg.ha^{-1}, respectively, and there was no statistically significant difference with each other and hand weeding treatment. At West Azerbayjan, the highest weed control (84 to 86%) belonged to a PRE application of aclonifen at 3 and 4 l.ha^{-1} and POST application of aclonifen at 2.5 l.ha^{-1} that there was no significant difference between them. At West Azerbayjan, after hand weeding, aclonifen 3 l. ha^{-1} and flumioxazin had the highest grain yield of chickpea with 1251 and 1254 kg.ha^{-1}, respectively.

Conclusions

According to the results, aclonifen is recommended as a pre-emergence application at 2 to 3 l.ha^{-1} and flumioxazin at 100 g.ha^{-1} for the control of broadleaf weeds in rainfed autumn- sown chickpea.

Keywords: Aclonifen, Density, Flumioxazin, Grain yield, Herbicide, Oxyfluorfen

نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱۶، شمارهٔ ۱، نیمهٔ اول ۱۴۰۴، ص. ۹۳-۷۱

نوع مقاله: پژوهشی
Homepage: https://ijpr.um.ac.ir

https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.89397.1097

کارآیی مدیریت شیمیایی علف‌های‌هرز پهن‌برگ نخود (*Cicer arietinum* L.) پاییزه

مژگان ویسی[1*]، مهدی مین باشی معینی[2]، سپیده حاتمی[3]، محمد صالح منصوری[4]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۲۰

چکیده

این آزمایش با هدف بررسی علف‌کش‌های جدید برای مهار علف‌های‌هرز پهن‌برگ نخود پاییزه، در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در استان‌های کرمانشاه، آذربایجان‌غربی و همدان طی سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ اجرا شد. تیمارها شامل کاربرد پیش‌رویشی علف‌کش‌های آکلونیفن (نوآگپ 600 SC) به‌میزان یک، دو، سه و چهار لیتر در هکتار، فلومیوکسازین (کلین‌شیت 50% EC) ۱۰۰ گرم در هکتار، اکسی‌فلورفن (گل 24% EC) ۰/۷ لیتر در هکتار، کاربرد پس‌رویشی آکلونیفن به میزان‌های ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ لیتر در هکتار، ترکیب اکسی‌فلورفن پیش‌رویشی ۰/۷ لیتر در هکتار + آکلونیفن پس‌رویشی ۱/۵ لیتر در هکتار و شاهد وجین‌دستی بودند. نتایج ارزیابی چشمی نشان داد که بیشترین کاهش‌های تراکم علف‌های‌هرز (۸۷ تا ۹۰ درصد) در کرمانشاه به تیمارهای آکلونیفن پیش‌رویشی دو، سه و چهار لیتر در هکتار و فلومیوکسازین، در همدان (۹۵ درصد) به آکلونیفن پیش‌رویشی دو، سه و چهار لیتر در هکتار، فلومیوکسازین و اکسی‌فلورفن + آکلونیفن و در آذربایجان‌غربی (۸۴ تا ۸۶ درصد) به آکلونیفن پیش‌رویشی سه و چهار لیتر در هکتار و پس‌رویشی ۲/۵ لیتر در هکتار تعلق گرفتند. بیشترین میزان عملکرد دانه نخود در بین تیمارهای علف‌کشی (۵۹۰/۵ تا ۶۰۹ کیلوگرم در هکتار) در کرمانشاه به آکلونیفن دو و سه لیتر در هکتار و فلومیوکسازین، در همدان (۳۰۹ تا ۳۲۲ کیلوگرم در هکتار)، به آکلونیفن پیش‌رویشی دو لیتر در هکتار و فلومیوکسازین و در آذربایجان‌غربی (۱۲۵۱ تا ۱۲۵۴ کیلوگرم در هکتار) به آکلونیفن ۳ لیتر در هکتار و فلومیوکسازین اختصاص یافت. بنابراین، کاربرد پیش‌رویشی آکلونیفن به‌میزان دو تا سه لیتر و فلومیوکسازین به‌میزان ۱۰۰ گرم در هکتار برای مهار علف‌های‌هرز پهن‌برگ در مزارع نخود پاییزه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اکسی‌فلورفن، آکلونیفن، تراکم، علف‌کش، عملکرد دانه، فلومیوکسازین

مقدمه

ایران با بیش از ۴۲۹۰۰۰ هکتار سطح برداشت و تولید ۱۷۷۴۹۳ تن در هکتار نخود، هشتمین تولیدکننده بزرگ نخود در جهان است (FAOSTAT, 2022). سطح برداشت نخود دیم در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در استان‌های کرمانشاه، آذربایجان غربی و همدان به‌ترتیب ۱۵۳۶۹۹، ۸۱۹۹۹ و ۱۹۴۴۵ هکتار و میزان تولید نخود دیم در این سه استان به‌ترتیب ۷۱۴۵۸، ۳۵۰۷۴ و ۱۸۴۹۶ تن در هکتار بوده است (Amarnameh, 2023). نخود زمانی‌که در پاییز کشت می‌شود، به‌دلیل رشد بسیار کند آن، رقابت ضعیفی با علف‌های‌هرز دارد. عدم مهار علف‌های‌هرز در مزرعه نخود باعث کاهش ۸۵ تا ۱۰۰ درصدی عملکرد دانه آن می‌شود (Gore et al., 2015). این کاهش در جنوب آسیا ۹۴ درصد (Saxena, 1996) و در ایران ۴۸ تا ۶۶/۴ درصد و ۵۸ درصد در دو گزارش برآورد شده است (Mohammadi et al., 2005; Ahmadi, 1998). کاهش عملکرد به‌شدت به ترکیب گونه‌های علف‌های‌هرز، درجه رقابت علف‌های‌هرز با محصول، دوره آلودگی علف‌های‌هرز، زمان کشت و شرایط آب‌وهوایی بستگی دارد (Latif et al., 2021). تراکم علف‌های‌هرز در کشت‌های پاییزه، انتظاری و بهاره به‌ترتیب باعث کاهش ۶۶/۹۲، ۷۸/۱۹ و ۹۸/۲۰ درصد عملکرد نخود می‌شود (Fathi et al., 2016). در تحقیقی اعلام گردید که وجین علف‌های‌هرز با افزایش ۳۰ درصدی عملکرد دانه نخود همراه بود (Fallah & Pezeshkpour, 2009). همچنین در

۱- بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
۲- مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۳- بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
۴- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران
(*- نویسنده مسئول: movassi2002@yahoo.com)

تحقیقی دیگر، وجین علف‌های‌هرز در دو نوبت، عملکرد نخود را در مقایسه با شاهد (عدم مهار علف‌های‌هرز) به‌طور قابل توجهی (۲۷۴درصـد) افزایش داد (Mousavi, 2010). علاوه‌بر کاهش عملکرد، وجود علف‌های‌هرز مانند ماستونک (*Turgenia latifolia* (L.) Hoffm.)، بیتی‌راخ (*Galium tricornutum* Dandy.) در امر برداشت نیز مزاحمت ایجاد می‌کنند. زیست‌توده علف‌های‌هرز در کشت پاییزه نخود در کردستان ۶/۵۴ برابر (Fathi et al., 2016) و در لرستان ۲/۵ برابر کشت بهاره نخود است (Mousavi et al., 2007). در یک بررسی، علف‌های‌هرز مزارع نخود کردستان ۵۲ گونه عنوان شد که عمدتاً از خانواده‌های کاسنی[1]، گندمیان[2]، چتریان[3] و میخک[4] بودند (Mansourian et al., 2021). مشکل‌سازترین علف‌های‌هرز پهن‌برگ در مزارع نخود کرمانشاه، کردستان و آذربایجان غربی عبارت بودند از: بابونه (*Anthemis cotula* L.)، ازمک (*Cardaria draba* (L.) Desv.)، سرشکافته (*Cephalaria syriaca* (L.) Roemer & Schultes)، غربیلک (*Lamium amplexicaule* L.)، کاسنی (*Cichorium intybus* L.)، جغجغک (*Vaccaria hispanica* (Mill) Rauschert.)، ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa* Roth.)، علف هفت بند (*Polygonum aviculare* L.)، کاهوی وحشی (*Lactuca serriola* L.)، شاه‌تره (*Fumaria officinalis* L.)، تلخه (*Acroptilon repense* (L.) DC.)، گل گندم (*Centaurea cyanus* L)، پیچک (*Convolvulus arvensis* L.)، شلمی (*Rapistrum rugosum* L.) و ماستونک (*Turginia latifolia* (L):hoffm) (Veisi et al., 2022; Veisi, 2021; Veisi et al., 2019; Chalechale et al., 2014). برای مدیریت علف‌های‌هرز در نخود پاییزه، راهبردهای گوناگونی از جمله استفاده ازکولتیواتور بین ردیفی، مدیریت زراعی (تناوب) و کاربرد علف‌کش‌ها به‌کار می‌رود. هرچند علف‌کش‌ها، راه حل نهایی برای چالش پیچیده علف‌های‌هرز نیستند، امّا کاربرد این مواد شیمیایی، ابزار اصلی مهار علف‌های‌هرز در کشاورزی مدرن می‌باشند (Harker & O'Donovan, 2013). در ایران نیز تاکنون سه پهن‌برگ‌کش برای نخود به ثبت رسیده است که شامل پایریدیت در نخود بهاره و پاییزه (در دسترس نیست و هزینه بالایی دارد)، ایزوکسافلوتل در نخود بهاره و فلومیوکسازین در نخود پاییزه هستند. بنابراین عملاً در سبد علف‌کشی نخود پاییزه فقط یک علف‌کش به‌نام فلومیوکسازین وجود دارد. با توجه به گسترش سریع علف‌های‌هرز مقاوم به علف‌کش، به‌کارگیری علف‌کش‌های با نحوه عمل متفاوت، از مهم‌ترین اصول برنامه‌های مدیریت علف‌های‌هرز در جهت به تأخیر انداختن مقاومت علف‌های‌هرز است (Heap, 2020; Norsworthy et al., 2012). افزایش تنوع علف‌کش‌های نخود به ما این امکان را می‌دهد که از مقاومت علف‌های‌هرز به یک علف‌کش خاص جلوگیری شود. در این پژوهش سعی شده است که از علف‌کش‌های پیش‌رویشی استفاده شود، زیرا این علف‌کش‌ها نسبت به پس‌رویشی‌ها، گیاه‌سوزی کمتری روی نخود دارند (Ramakrishna et al., 1992). علف‌کش آکلونیفن[5] یک دی‌فنیل‌اتر[6] است و به‌صورت پیش‌رویشی برای مهار علف‌های‌هرز برگ‌پهن در مزارع آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) اروپا و در سراسر جهان در طیف وسیعی از محصولات (نخود (*Cicer arietinum* L.)، ذرت (*Zea mays* L.)، هویج (*Daucus carota* L.)، سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.)، لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) استفاده می‌شود Bayer Crop Science, 2009; Covarelli & Tosi, 2006). آکلونیفن از دسته علف‌کش‌های مهارکننده سولاناسیل-دی فسفات سنتتاز[7] است که یک محل عمل جدید برای علف‌کش‌ها محسوب می‌شود (Kahlau et al., 2020) و دارای دو نوع مختلف نحوه عمل می‌باشد (سنتز کاروتنوئید و مهار پروتوپورفیرینوژن اکسیداز[8]) (Kilinc, 2011). کاربرد پیش‌رویشی آکلونیفن به‌دلیل نفوذ علف‌کش در سطح خاک موجب مهار مطلوب گیاهچه‌های علف‌هرز می‌شود (Devine & Shukla, 2000). همچنین آکلونیفن (پیش‌رویشی) در صورتی که کشت نخود به‌صورت مستقیم باشد تأثیر بالایی در مهار علف‌های‌هرز دارد و می‌تولند تا ۴ لیتر در هکتار نیز بدون ایجاد خسارت به نخود استفاده شود (Barros et al., 2018). آکلونیفن می‌تواند گونه‌های خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.)، سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، دم روباهی (*Alopecurus* spp.) و کلم وحشی (*Brassica* spp.) (Kilinc,

1- Asteraceae
2- Poaceae
3- Apiaceae
4- Caryophyllaceae
5- Aclonifen
6- Diphenyl ether (2-Chloro-6-nitro-3-phenoxyphenylamine)
7- Solanesyl diphosphate synthase
8- Protoporphyrinogen oxidase

2011) را مهار کند. تأثیر آکلونیفن بر روی علف‌های‌هرز خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، آناغالیس (*Anagallis arvensis* L.)، علف‌هفت‌بند (*Polygonum aviculare* L.) و توق (*Xanthium strumarium* L.) بیش از ۹۰ درصد است که این تأثیر بر چچم (*Lolium multiflorum* Lam.)، تاج خروس وحشی (*Amaranthus retroflexus* L.) و سوروف (*Echinocloa crus-galli* (L.) P.Beauv.) به‌ترتیب ۸۰، ۵۰ و ۸۰ درصد می‌باشد. بررسی‌ها نشان داده که آکلونیفن به‌تنهایی تا ۲۲۱ درصد، و تیمار سه بار وجین + آکلونیفن، عملکرد نخود را ۳۶۱ تا ۴۷۸ درصد افزایش می‌دهد (Yilar et al., 2020). در شمال عراق کاربرد آکلونیفن به‌میزان یک لیتر در هکتار علف‌های‌هرز پهن‌برگ نخود را به‌شکل معنی‌دار کاهش داد و موجب افزایش ۵ و ۲۳ درصدی عملکرد دانه و بیولوژیک شد (Antar & Salim, 2017). طبق گزارش سازمان ایمنی غذای اروپا (EFSA[1]) در سال ۲۰۰۸، آکلونیفن برای محصولات بعدی بی‌خطر است. در این بررسی، سه محصول هویج (*Daucus carota* L.)، اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) و جو (*Hordeum vulgari* L.) برای مطالعه انتخاب شدند. پس از استفاده از میزان ۳/۷۲ کیلوگرم در هکتار آکلونیفن، مجموع بقایای علف‌کش در شاخ‌وبرگ هویج، اسفناج، جو، دانه جو و کاه جو در طول هر سه تناوب زراعی زیر ۰/۱ میلی گرم در کیلوگرم بود (European Food Safety Authority, 2008). در ایران نیز طی یک بررسی در سه استان، بقایای علف‌کش آکلونیفن روی گندم زراعی کاشته‌شده در تناوب زراعی پس از نخود بررسی شد و خسارت ناشی از بقایای این علف‌کش در گندم مشاهده نشد (Veisi et al., 2023).

علف‌کش فلومیوکسازین (کلین شیت) مهارکننده پروتوپورفیرینوژن اکسیداز (PPO) است و در تولید کلروفیل گیاهان اختلال ایجاد می‌کند (Mahoney et al., 2014). فلومیوکسازین قدرت حذفی خوبی در برابر علف‌های‌هرز مشکل‌ساز از جمله تربچه وحشی (*Raphanus raphanistrum*) دارد، همچنین علف‌های‌هرز تاج خروس، گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medik.)، خارخسک (*Tribulus terresteris* L.)، فرفیون (*Euphorbia* spp.)، خرفه (*Portulaca oleraceae* L.)، پیرگیاه و گلرنگ‌وحشی را مهار می‌کند (Anonymous, 2009). این علف‌کش، طی پاییز علف‌های‌هرز جارو (*Kochia spp.*) و علف شور (*Salsola tragus*) را در نخود به‌خوبی مهار کرده و توانسته است بدون عدم تأثیر سوء بر نخود موجب افزایش عملکرد شود (Jha & Kumar, 2017) نتایج یک تحقیق در کرمانشاه نشان داد که فلومیوکسازین با مهار علف‌های‌هرز موجب ۵۵ درصد افزایش عملکرد نخود شد (Babaei et al., 2022). مطالعات ویسی و همکاران (Veisi et al., 2024) در سه استان نشان داد که فلومیوکسازین ۱۰۰ گرم در هکتار، ۷۲ تا ۸۳ درصد تراکم علف‌های‌هرز مزارع نخود را کاهش داده است. همچنین سلطانی و همکاران و ویسی و همکاران (Veisi et al., 2022; Soltani et al., 2016) اشاره کردند که فلومیوکسازین فاقد بقایای خسارت‌زا در گندم سال زراعی بعد است.

اکسی‌فلورفن، علف‌کشی سیستمیک از ترکیبات دی‌فنیل‌اترها است که با دوام طولانی در خاک، طیف وسیعی از علف‌های هرز پهن‌برگ را به‌صورت پس‌رویشی در مزارع پیاز مهار می‌کند. این علف‌کش از نظر سازوکار اثر، بازدارنده پروتوپورفیرینوژن اکسیداز[2] است (Lee et al., 1993). جذب این علف‌کش عمدتاً توسط اندام‌های هوایی گیاه و مقداری نیز توسط ریشه صورت می‌گیرد. اکسی‌فلورفن به‌میزان ۱۰۰ گرم در هکتار به همراه یک بار وجین ۳۰ روز پس از کشت کم‌ترین وزن خشک علف‌های‌هرز و بیشترین عملکرد (۱۲۵۹ کیلوگرم در هکتار) را در نخود کابلی در هند داشت (Rasal et al., 2015). در یک مطالعه در ایران، اکسی‌فلورفن به‌میزان ۰/۵ و ۰/۷ لیتر در هکتار به‌ترتیب ۸۸ تا ۹۶ درصد علف‌های‌هرز پهن‌برگ را در مزرعه نخود کاهش داد و موجب افزایش عملکرد نخود شد (Veisi et al., 2022).

هدف از این پژوهش، بررسی کارآیی علف‌کش آکلونیفن روی علف‌های هرز پهن برگ یکساله نخود در استان‌های کرمانشاه، آذربایجان غربی و همدان در مقایسه با علف‌کش‌های رایج و نیز پاسخ نخود به اثرات گیاه‌سوزی احتمالی آن بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزارع تحقیقاتی مراکز تحقیقات استان‌های کرمانشاه، آذربایجان‌غربی و همدان طی سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش و خصوصیات علف‌کش‌های مورد استفاده در جدول ۱ و اقلیم، خصوصیات و مختصات جغرافیایی و درصد ماده ارگانیک در سه مکان اجرای آزمایش در جدول ۲ ذکر شده است.

1- European Food Safety Authority
2- Protoporphyrinogen oxidase

جدول ۱- تیمارهای به‌کاربرده‌شده در نخود پاییزه در سه مکان آزمایشی (۱۴۰۱-۱۴۰۰)

Table 1- Treatments applied in autumn-sown chickpea at three locations in 2021-2022

تیمارها Treatments		زمان سم‌پاشی Timing	میزان (گرم ماده مؤثره در هکتار) Rate (g ai.ha^{-1})	میزان (گرم بر لیتر در هکتار) Rate (g.l^{-1}.ha^{-1})	فرمولاسیون و میزان ماده فعال علف‌کش Formulation and herbicide rate in active ingredient	محل عمل Mode of action
نام عمومی Common name	نام تجاری Commercial name					
آکلونیفن Aclonifen	نواگپ Novagap	پیش‌رویشی PRE**	600, 1200*, 1800* and 2400	1, 2, 3, and 4	600 SC	Inhibition of solanesyl diphosphate synthase (SDPS)
آکلونیفن Aclonifen	نواگپ Novagap	پس‌رویشی POST**	600, 900, 1200 and 1500	1, 1.5, 2 and 2.5	600SC	Inhibition of solanesyl diphosphate synthase (SDPS)
فلومیوکسازین Flumioxazin	کلین شیت Clean sheet	پیش‌رویشی PRE	50	100	EC 50%	Inhibition of protoporphyrinogen oxidase (PPO)
اکسی‌فلورفن Oxyfluorfen	گل Goal	پیش‌رویشی PRE	168	0.7	EC 24%	Inhibition of protoporphyrinogen oxidase (PPO)
آکلونیفن+اکسی‌فلورفن Oxyfluorfen + Aclonifen	نواگپ + گل Goal + Novagap	پیش‌رویشی + پس‌رویشی PRE + POST PRE + POST	168 + 900	0.7+1.5	EC 50% + 600 SC	PPO + SDPS
وجین دستی Hand weeding	-	-	-		-	-

* دوزهای توصیه‌شده

* Recommended doses

** پیش‌رویشی (پس از کشت و قبل از جوانه‌زنی نخود و علف‌های هرز)، پس‌رویشی (در مرحله دو تا چهار برگی علف‌های هرز)

PRE (pre-emergence), POST (post-emergence) **

جدول ۲- اقلیم، مختصات جغرافیایی و خصوصیات و درصد ماده ارگانیک خاک در سه مکان اجرای آزمایش

Table 2- Climate, geographical coordinates, characteristics and soil organic matter percentage at three experimental chickpea locations

مکان Location	ایستگاه تحقیقاتی Research station	ارتفاع از سطح دریا (متر) Altitude above sea level (m)	اقلیم Climate	بافت خاک Soil texture	عرض جغرافیایی Longitude	طول جغرافیایی Latitude	مواد آلی (٪) Organic Matherials (%)	pH
کرمانشاه Kermanshah	ماهیدشت Mahidasht	1365	Semi-dry	Silt clay	34˚16´21˝N	46˚50´15" E	0.73	7.7
آذربایجان غربی West Azerbayjan	خرم آباد Khoramabad	1520	Semi-dry cold	Loam silt clay	37˚52´21"N	44˚ 49´47"E	0.77	7.5
همدان Hamedan	اکباتان Ekbatan	1750	Semi-dry cold	Sandy loam	35˚ 21´35˝N	48˚72´45˝E	0.4	7

در سه مکان آزمایش، ابتدا در پاییز، زمینی که دارای سابقه آلودگی کافی به علف‌های‌هرز غالب منطقه داشت، انتخاب و عملیات تهیه زمین و بستر بذر انجام شد. کشت نخود توسط بذرکار پنوماتیک در تاریخ‌های ذکرشده در جدول ۳ انجام شد. ابعاد هر کرت آزمایش ۳ × ۸ مترمربع (هفت ردیف به‌فاصله ۵۰ سانتی‌متر به‌طول هشت متر) در نظر گرفته شد. علف‌کش‌های با کاربرد پیش‌رویشی، یک تا چهار روز پس از کاشت نخود و قبل از جوانه زنی علف‌های‌هرز و نخود در مناطق سه‌گانه روی خاک خشک اعمال شدند. تراکم، فواصل خطوط کشت، رقم (جدول ۳) و سایر عملیات کاشت و داشت براساس عرف هر

منطقه صورت گرفت. میزان کود مورد نیاز براساس آزمایش خاک و توصیه‌های مؤسسه تحقیقات آب و خاک صورت پذیرفت. در طول دوره رشد، علف‌های‌هرز موجود در کرت شاهد با وجین دستی سه مرتبه حذف گردید. سم‌پاشی‌های پس‌رویشی در زمان دو تا چهار برگی علف‌های‌هرز انجام شد. به‌منظور مهار گندم زراعی خودرو (*Triticum aestivum* L.) در هر سه مکان آزمایش از علف‌کش هالوکسی‌فوپ‌آرمتیل (گالانت سوپر EC 10.8%) به‌میزان یک لیتر در هکتار در مرحله سه تا پنج برگی علف‌های‌هرز باریک‌برگ در کلیه کرت‌های آزمایشی استفاده شد. سم‌پاشی با استفاده از سم‌پاش ماتابی پشتی شارژی (دبی ۰/۵ لیتر در دقیقه) مجهز به نازل شره‌ای و با فشار ۲۰۰ کیلو پاسکال بار انجام گرفت و براساس میزان ۳۰۰ لیتر آب در هکتار کالیبره شد. هر کرت آزمایشی از نظر طولی به دو قسمت تقسیم گردید. قسمت بالایی هر کرت سم‌پاشی نشده و به‌عنوان شاهد آن کرت در نظر گرفته شد و قسمت پایین آن اعمال تیمار گردید. سی روز پس از سم‌پاشی، تراکم و وزن‌خشک علف‌های‌هرز در هر کرت تعیین و با شاهد بدون کنترل مقایسه شد. به این ترتیب که دو کادر ۰/۵×۰/۵ در قسمت سم‌پاشی‌شده و دو کادر ۰/۵ × ۰/۵ در قسمت سم‌پاشی نشده در جایی‌که معرف علف‌های‌هرز آن کرت بود، قرار داده و کلیه علف‌های‌هرز پهن‌برگ آن را از ریشه درآورده و به تفکیک گونه شمارش شدند. علف‌های‌هرز چندساله پیچک (*Convolvulus arvensis* L.) و شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) که در طیف کنترلی تیمارهای علف‌کشی نبودند، وجین شدند تا روی عملکرد محصول تأثیر نداشته باشند. سپس درصد کاهش تعداد علف‌های‌هرز به تفکیک گونه در هر کرت نسبت به شاهد همان کرت (قسمت سم‌پاشی نشده) محاسبه گردید. ارزیابی چشمی خسارت وارده به نخود توسط علف‌کش‌ها با استفاده از روش استاندارد کمیته علف‌های‌هرز اروپا (EWRC[1]) ۳۰ روز پس از سم‌پاشی صورت گرفت (Sandral et al., 1997). در این روش، درصد خسارت به‌صورت چشمی ارزیابی می‌شود. در زمان برداشت نیز محصول نخود در دو مترمربع از هر کرت (سه ردیف) با حذف اثر حاشیه‌ای به‌طور جداگانه (قسمت سم‌پاشی‌شده و نشده) برداشت شد. عملکرد دانه نخود، زیست‌توده نخود در واحد سطح و ارتفاع نخود ناشی از حضور علف‌های‌هرز در هر کرت محاسبه شد. ارقام نخود و تاریخ انجام عملیات سم‌پاشی و کاشت و برداشت در جدول ۳ ذکر شده است. با توجه به اینکه تجزیه واریانس مرکب آزمایش نشان داد که تأثیر مکان (محل‌های مطالعه) معنی‌دار است، تجزیه واریانس مکان‌های آزمایش به‌صورت جداگانه انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS (version 9.1) انجام و سپس براساس آزمون دانکن (P<0.05) مقایسه میانگین شد.

جدول ۳- تقویم عملیات زراعی و زمان کاربرد علف‌کش‌ها در مناطق مختلف آزمایش

Table 3- Time table for field operations and application dates of herbicides at different experimental locations

عملیات در مزرعه **Field operation**	کرمانشاه **Kermanshah**	آذربایجان غربی **West Azerbayjan**	همدان **Hamedan**
کشت نخود Chickpea sowing	۱۴۰۰/۷/۲۲ 14 Dec 2021	۱۴۰۰/۸/۲۲ 13 Nov 2021	۱۴۰۰/۸/۳۰ 21 Nov 2021
علف‌کش پیش‌رویشی Pre-emergence herbicide	۱۴۰۰/۷/۲۳ 15 Dec 2021	۱۴۰۰/۸/۲۶ 17 Nov 2021	۱۴۰۰/۹/۴ 25 Nov 2021
علف‌کش پس‌رویشی Post-emergence herbicide	۱۴۰۱/۱/۲۲ 11 Apr 2022 ۱۴۰۱/۲/۲۲ 11 Apr 2022	۱۴۰۱/۱/۱۰ 30 Mar 2022	۱۴۰۱/۲/۲ 22 Apr 2022
علف‌کش هالوکسی‌فوپ‌آرمتیل Haloxyfop R Methyl	۱۴۰۱/۱/۲۰ 9 Apr 2022 ۱۴۰۱/۲/۲۲ 11 Apr 2022	۱۴۰۱/۱/۸ 28 Mar 2022	۱۴۰۱/۱/۳۰ 20 Apr 2022
نمونه‌برداری علف‌های‌هرز Weed sampling	۱۴۰۱/۲/۲۲ 12 May 2022	۱۴۰۱/۱۰۲ 30 Apr 2022	۱۴۰۱/۳/۲ 22 May 2022
برداشت Harvest	۱۴۰۱/۴/۵ 26 June 2022	۱۴۰۱/۴/۱۷ 8 July 2022	۱۴۰۱/۴/۱۰ 1 July 2022
تراکم بذر (کیلوگرم در هکتار) Seed density (kg.ha^{-1})	80	85	80
رقم Cultivar	عادل Adel	سعید Saeed	منصور Mansour

1- European Weed Research Council

نتایج و بحث

میانگین تراکم علف‌های‌هرز در سه مکان آزمایشی در جدول ۴ ذکر شده است.

تراکم علف‌های‌هرز (کرمانشاه)

نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای علف‌کشی بر درصد کنترل تراکم علف‌های‌هرز در قسمت سم‌پاشی‌شده نسبت به قسمت سم‌پاشی نشده معنی‌دار بودند (P<0.01) (جدول ۵).

بیشترین کاهش (۹۷/۵ تا ۱۰۰ درصد) تراکم علف هرز شلمی در فلومیوکسازین پیش‌رویشی ۱۰۰ گرم در هکتار و تیمارهای آکلونیفن پیش‌رویشی دو، سه و چهار لیتر در هکتار مشاهده شد (جدول ۶). در تأیید این نتایج، طی یک بررسی مشخص شد که علف‌کش فلومیوکسازین (پیش‌رویشی) با بیش از ۷۵ درصد کاهش، بیشترین مهار را بر علف‌های‌هرز سلمه تره، خردل وحشی، پیرگیاه و کنگر ابلغی (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) در نخود فرنگی (*Pisum sativum*)، باقلا (*Vicia faba* L.) و ماشک (*Vicia* spp.) داشته است (Kousta et al., 2024). تیمارهای پس‌رویشی آکلونیفن نسبت به پیش‌رویشی، از نظر کاهش شلمی، ضعیف‌تر عمل کردند (جدول ۶). بیشترین کاهش سلمه‌تره (۹۲/۵ تا ۱۰۰ درصد) نیز در تیمارهای آکلونیفن پیش‌رویشی دو، سه و چهار لیتر مشاهده شد. همچنین بین کاربرد فلومیوکسازین (۸۵ درصد) با آکلونیفن پیش‌رویشی دو لیتر در هکتار، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶). آکلونیفن پیش‌رویشی دو، سه و چهار لیتر در هکتار و فلومیوکسازین ۱۰۰ گرم در هکتار، ۱۰۰ درصد گوش‌بره را مهار کردند (جدول ۶). بیشترین کاهش (۷۸ درصد) کاسنی در تیمار آکلونیفن پیش‌رویشی چهار لیتر در هکتار مشاهده شد که با تیمارهای آکلونیفن پیش‌رویشی دو و سه لیتر در هکتار (۷۲ و ۷۴/۷ درصد) و فلومیوکسازین (۷۸ درصد) و آکلونیفن پس‌رویشی ۲/۵ لیتر در هکتار (۷۵ درصد) اختلاف معنی‌دار آماری نداشت (جدول ۶). آکلونیفن پس‌رویشی ۲/۵ لیتر در هکتار، مؤثرترین تیمار (۹۱/۵ درصد) در مهار گلرنگ‌وحشی بود که با فلومیوکسازین، آکلونیفن پس‌رویشی دو لیتر در هکتار و آکلونیفن پیش‌رویشی سه لیتر در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۶). براساس نتایج، فلومیوکسازین و آکلونیفن پیش‌رویشی دو، سه و چهار لیتر در هکتار، بیشترین تأثیر (۸۸/۵ تا ۹۲درصد) را در کاهش مجموع علف‌های‌هرز داشتند (جدول ۶).

ارزیابی چشمی نخود و علف‌های‌هرز (EWRC) در کرمانشاه

تیمارهای علف‌کشی از نظر امتیازدهی (ارزیابی چشمی) خسارت علف‌کش‌ها به نخود و درصد کنترل علف‌های هرز، اختلاف معنی‌دار آماری (P<0.01) داشتند (جدول ۵). تیمار آکلونیفن پس‌رویشی ۲/۵ لیتر در هکتار، بیشترین میزان گیاه‌سوزی (۲۷/۵ درصد) با ارزیابی چشمی را نشان داد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۸). پس از آن، آکلونیفن پس‌رویشی دو لیتر در هکتار و آکلونیفن پیش‌رویشی چهار لیتر در هکتار با ۲۲ و ۲۱ درصد خسارت به نخود زراعی قرار گرفتند. در تأیید این یافته، پاناکی و همکاران (Pannacci et al., 2007) اشاره کرده‌اند که آکلونیفن به‌صورت پس‌رویشی موجب خسارت به بوته آفتابگردان می‌شود، درحالی‌که کاربرد پیش‌رویشی آن چنین تأثیری ندارد. تیمارهای آکلونیفن پیش‌رویشی یک، دو و سه لیتر در هکتار، فلومیوکسازین و اکسی‌فلورفن، هیچ‌گونه گیاه‌سوزی و خسارتی روی نخود نداشتند (جدول ۸). در ارزیابی درصد کنترل علف‌های‌هرز براساس روش استاندارد کمیته پژوهش علف‌های‌هرز اروپا (EWRC)، بیشترین درصد کنترل علف‌های‌هرز با ارزیابی چشمی (۹۰ درصد) به آکلونیفن پیش‌رویشی چهار لیتر در هکتار اختصاص یافت که با تیمارهای فلومیوکسازین (۸۷/۵ درصد) و آکلونیفندو و سه لیتر در هکتار (۸۷/۵ درصد) اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۸).

عملکرد محصول (کرمانشاه)

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه، وزن‌خشک و ارتفاع بوته نخود مؤید اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایش بود (P<0.01) (جدول ۷).

براساس نتایج مقایسه میانگین عملکرد دانه نخود، بیشترین عملکرد در تیمار وجین دستی با ۶۱۸ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد که با تیمارهای فلومیوکسازین (۶۰۹ کیلوگرم در هکتار)، آکلونیفن پیش‌رویشی دو و سه لیتر در هکتار (به‌ترتیب با ۵۹۳/۵ و ۵۹۰/۵ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌دار آماری نداشت. کمترین عملکردهای دانه نخود (۴۷۵ تا ۴۹۴ کیلوگرم در هکتار) متعلق به آکلونیفن پیش‌رویشی چهار لیتر در هکتار (به‌دلیل گیاه‌سوزی علف‌کش روی نخود)، آکلونیفن پس‌رویشی ۲ و ۲/۵ لیتر در هکتار (به‌دلیل گیاه‌سوزی نخود توسط علف‌کش و مهار پایین علف‌های‌هرز در این تیمارها) و اکسی‌فلورفن + آکلونیفن (به‌دلیل گیاه‌سوزی علف‌کش روی نخود) بودند (جدول ۸). بیشترین وزن خشک بوته نخود به تیمار فلومیوکسازین با ۱۷۳/۶ گرم در مترمربع اختصاص یافت

که با تیمارهای وجین دستی، آکلونیفن پیش‌رویشی دو و سه لیتر در هکتار به‌ترتیب با ۱۷۳/۵، ۱۷۰/۸ و ۱۶۷/۴ گرم در مترمربع، اختلاف معنی‌دار نداشت. پایین‌ترین وزن‌خشک به تیمارهای آکلونیفن پس‌رویشی ۲ (۱۰۷ گرم در متربع) و ۲/۵ لیتر در هکتار (۹۶ گرم در مترمربع) و اکسی‌فلورفن + آکلونیفن (۱۰۲ گرم در متربع) کمترین وزن خشک نخود را داشتند (جدول ۸). بیشترین ارتفاع بوته نخود (۵۰ سانتی‌متر) در تیمار وجین دستی و آکلونیفن پیش‌رویشی دو لیتر در هکتار مشاهده شد که با تیمارهای فلومیوکسازین (۴۹/۷ سانتی‌متر) و آکلونیفن پیش‌رویشی سه و چهار لیتر در هکتار (۴۹ سانتی‌متر) اختلاف معنی‌دار نداشت، درحالی‌که کوتاه‌ترین بوته‌های نخود (۴۲ تا ۴۳/۵ سانتی‌متر) به تیمار آکلونیفن پس‌رویشی ۱/۵، ۲ و ۲/۵ لیتردر هکتار تعلق گرفت (جدول ۸).

جدول ۴- میانگین تراکم علف‌های‌هرز در مترمربع در سه مکان آزمایشی (سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰)

Table 4- Average density of weed species per square meter across the three locations (2021-2022 growing season)

گونه علف هرز **Weed species**	تراکم علف هرز (بوته در مترمربع) **Weed density (Plant.m^{-2})**		
	کرمانشاه **Kermanshah**	آذربایجان غربی **West Azerbayjan**	همدان **Hamedan**
تلخه *Acroptilon repens* (L.) DC.	-	18.7 (1.8)	-
قدومه *Alyssum* spp.	-	-	11.2 (0.6)
گلرنگ‌وحشی *Carthamus oxycantha* M.Bieb.	12.2 (1)*	-	-
گل گندم *Centaurea cyanus* L.	-	21.5 (1.2)	-
سلمه تره *Chenopodium album* L.	15.2 (1.5)	-	-
کاسنی *Cichorium intybus* L.	18.3 (2.1)	-	-
گوش‌بره *Conringia orientalis* (L.) Dumort.	26 (2.4)	16.5 (1.9)	-
خاکشیر *Descurainia sophia* (L.) Webb.ex Prantl.	-	-	15.6 (0.9)
شلمی *Rapistrum rugosum* (L.) All.	7.5 (0.56)	-	-
گونه‌های دیگر علف‌های‌هرز Other weeds species*	7 (0.9)	5.9 (0.6)	6.3 (0.4)
کل Total	67.9	62.6	33.1

*سایر گونه‌ها: گونه‌های علف‌های‌هرز با میانگین تراکم کمتر از پنج بوته در مترمربع شامل بی تی راخ، غربیلک، علف هفت بند در کرمانشاه، گون و سلمه تره در همدان و سرشکافته در آذربایجان غربی.

**اشتباه استاندارد در پرانتز ذکر شده است.

* Other species: Weed species with average densities lower than five plant.m^{-2} which included *Galium tricornutum* Dandy., *Lamium amplexicaule* L., *Polygonum aviculare* L. in Kermanshah, *Astragalus hamosus* L.) and lambsquarters (*Chenopodium album* L.) in Hamedan. *Cephalaria syriaca* (L.) Roemer & Schult in West Azerbayjan. **Standard errors of densities shown in parenthesis.

جدول ۵- میانگین مربعات درصد کاهش تراکم علف‌های‌هرز و ارزیابی چشمی درصد مهار علف‌های‌هرز نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی براساس شاخص استاندارد کمیته علف‌های‌هرز اروپا (EWRC) و گیاه‌سوزی نخود تحت تأثیر علف‌کش‌ها در کرمانشاه

Table 5 - Mean squares of weed density reduction and rating scale (% control) (EWRC) compared to the untreated control, and chickpea phytotoxicity (%) at Kermanshah

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تراکم (٪) Density (%)						ارزیابی چشمی (کنترل ٪) Rating scale (% control)	گیاه‌سوزی (٪) Phytotoxicity (%)
		شلمی *Rapistrum rugosum*	سلمه تره *Chenopodium album*	گوش‌بره *Conringia orientalis*	کاسنی *Cichorium intybus*	گلرنگ‌وحشی *Carthamus oxycantha*	کل Total		
تکرار Replication	3	5.48 ns	30.26 ns	10.96 ns	29.41 ns	26.14 ns	5.36 ns	31.06 ns	1.71 ns
تیمار Herbicide	10	894.52**	701.29**	835.96**	500.16**	712.31**	314.97**	537.95**	472.27**
خطا Error	30	16.4	42.44	12.25	20.6	27.49	614.97	8.56	4.96
ضریب تغییرات CV (%)	-	4.95	8.21	4.18	6.86	6.93	2.88	3.86	15.18

* و **: به‌ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

ns, * and **: Non significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

نتایج به‌دست‌آمده در کرمانشاه نشان داد که آکلونیفن پیش‌رویشی دو لیتر در هکتار، کارآیی بسیار خوبی (۹۲/۵ تا ۱۰۰ درصد) بر کاهش تراکم علف‌های‌هرز شلمی، سلمه‌تره و گوش‌بره داشت (جدول ۶). همچنین کاسنی و گلرنگ‌وحشی با درصد پایین‌تر (۷۲ تا ۷۸ درصد)، امّا مناسب توسط این تیمار مهار شدند. پلناچی و همکاران (Pannacci et al., 2007) نیز اشاره کرده است که آکلونیفن به‌خوبی علف‌های‌هرز سلمه‌تره، خردل وحشی، تاج خروس و علف‌هفت‌بند را مهار می‌کند. فلومیوکسازین نیز از نظر کنترل شلمی، سلمه‌تره و گوش‌بره تفاوت معنی‌داری با آکلونیفن پیش‌رویشی دو لیتر در هکتار نداشت. در تأیید نتایج این آزمایش، طی یک بررسی در یونان، فلومیوکسازین به‌صورت پیش‌رویشی بیش از ۷۰ درصد علف‌های‌هرز را در محصولات لگوم مهار می‌کند (Kousta et al., 2024). در ارزیابی چشمی، آکلونیفن پیش‌رویشی به‌میزان دو لیتر در هکتار ۸۷/۵ درصد علف‌های‌هرز را کاهش داد و افزایش میزان آن تأثیر معنی‌داری در کارآیی آن نداشت. آکلونیفن پیش‌رویشی دو و سه لیتر در هکتار تأثیر سوئی بر نخود نداشتند، درحالی‌که کلیه تیمارهای پس‌رویشی آکلونیفن باعث گیاه‌سوزی نخود و کاهش عملکرد آن شدند. کایا و همکاران (Kaya et al., 2018) گزارش کرده‌اند که آکلونیفن به‌صورت پس‌رویشی موجب خسارت شدید به نخود و کاهش فسفر، کلسیم و پتاسیم در بذر نخود می‌شود. همچنین آکلونیفن پیش‌رویشی دو و سه لیتر در هکتار و فلومیوکسازین با تیمار وجین دستی از نظر عملکرد دانه، وزن خشک بوته و ارتفاع بوته نخود در یک گروه آماری قرار گرفتند. این نتایج با بررسی‌های دیگر پژوهشگران همراستا می‌باشد، که در آن آکلونیفن باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک و تراکم علف‌های‌هرز و افزایش عملکرد نخود به‌میزان ۲۴ درصد شد (Kanatas & Gazoulis, 2022). تحقیقی در قبرس نیز نشان داد که آکلونیفن به‌صورت مطلوب علف‌های‌هرز شاه‌تره، بی‌تی‌راخ، خردل وحشی، پنیرک را در مزارع نخود، نخودفرنگی، باقلا و ماشک کاهش داده و موجب افزایش عملکرد آن‌ها شده است (Americanos & Droushiotis, 1998).

جدول ۶- پاسخ تراکم علف‌های‌هرز (درصد کنترل نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی) به کاربرد علف‌کش‌ها، چهار هفته پس از سم‌پاشی در کرمانشاه

Table 6- Response of weed density (% reduction compared to the untreated control) to herbicides application, four weeks after spraying herbicides at Kermanshah

تیمارها Treatments	زمان سم‌پاشی Timing	میزان (گرم/لیتر در هکتار) Rate (g.l^{-1}.ha^{-1})	شلمی *Rapistrum rugosum*	سلمه تره *Chenopodium album*	گوش‌بره *Conringia orientalis*	کاسنی *Cichorium intybus*	گلرنگ‌وحشی *Carthamus oxycantha*	کل Total
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE*	1	67^{c} *	67.5^{e}	65.5^{de}	45.25^{f}	51.5^{e}	59.35^{f}
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	2	100^{a}	92.5^{ab}	100^{a}	72 ^{ab}	78^{bc}	88.5^{a}
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	3	100^{a}	100^{a}	100^{a}	74.75 ^{ab}	81.5^{b}	91.8^{a}
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	4	100^{a}	100^{a}	100^{a}	78.25^{a}	84.25^{b}	91.95^{a}
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	1	60^{d}	65.5^{e}	63.75^{e}	53.75 ^{e}	71.25^{cd}	62.8^{e}
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	1.5	71.7^{bc}	66.25^{e}	75 ^{c}	60 ^{de}	77^{bc}	70 ^{d}
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	2	78^{b}	72.5^{de}	80.75 ^{b}	70.75^{bc}	84^{ab}	77.2^{c}
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	2.5	78^{b}	80^{cd}	85 ^{b}	75 ^{ab}	91.5^{a}	81.9^{b}
فلومیوکسازین Flumioxazin	پیش‌رویشی PRE	100	97.5^{a}	85^{bc}	100^{a}	78.25 ^{a}	90.75 ^{a}	90.3 ^{a}
اکسی‌فلورفن Oxyfluorfen	پیش‌رویشی PRE	0.7	69.25^{c}	68.25^{e}	69.5^{d}	55.25 ^{e}	54.5^{e}	63.35 ^{e}
آکلونیفن + اکسی‌فلورفن Oxyfiuorfen + Aclonifen	پیش‌رویشی + پس‌رویشی PRE + Post	0.7+1.5	78^{b}	74.75^{de}	80.5^{b}	64.5^{cd}	67.5^{d}	73^{d}

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ۰/۰۵=α).

* Means followed by the different letters are significantly different according to Duncan's Multiple Range Test ($p< 0.05$)

*PRE (پیش‌رویشی), Post (پس‌رویشی)

*PRE (pre-emergence), Post (post-emergence)

جدول ۷- میانگین مربعات عملکرد دانه و ارتفاع بوته نخود در کرمانشاه

Table 7– Mean squaures of grain yield and plant height of chickpea at Kermanshah

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield	وزن خشک Dry weight	ارتفاع Height
تکرار Replication	3	416.83^{ns}	34.95^{ns}	2.25^{ns}
تیمار Herbicide	11	13949.69**	3600.36**	38.53**
خطا Error	33	455.19	60.7	1.18
ضریب تغییرات CV (%)	-	3.99	5.75	2.33

،* و **: به‌ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

ns, * and **: Non significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۸- تأثیر علف‌کش‌ها بر عملکرد، اجزاء عملکرد، درصد گیاه‌سوزی نخود و درصد کنترل علف‌های‌هرز نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی (ارزیابی چشمی خسارت به علف‌های‌هرز ناشی از کاربرد علف‌کش‌ها براساس روش استاندارد کمیته پژوهش علوم علف‌های‌هرز اروپا) کرمانشاه

Table 8- Response of grain yield, yield traits, phytotoxicity (%) of chickpea and EWRC rating scale used to herbicides effects on weed control (% reduction compared to the untreated control) to herbicides application at Kermanshah

تیمارها Treatments	زمان سم‌پاشی Timing	میزان (گرم در لیتر در هکتار) Rate ($g.l^{-1}.ha^{-1}$)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	وزن‌خشک (گرم در مترمربع) Dry weight ($g.m^{-2}$)	ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	ارزیابی چشمی (٪ کنترل) Rating scale (% control)	گیاه‌سوزی (٪) Phytotoxicity (%)
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE*	1	528.7c*	115.65d	45d	57.5d	0f
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	2	593.5ab	170.85a	50a	87.5a	0f
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	3	590.5ab	167.4a	49.25ab	88a	0f
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	4	494.25de	149.6b	49ab	90a	21.25bc
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	1	516.5cd	126.9c	44.75d	61.25d	11.25e
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	1.5	457.5f	111.72de	43.5de	68.75c	15d
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post**	2	475.25fe	106.75def	42e	77.5b	22.5b
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	2.5	480.5fe	96.45f	42e	78.75b	27.5a
فلومیوکسازین Flumioxazin	پیش‌رویشی PRE	100	609a	173.6a	49.75a	87a	0f
اکسی‌فلورفن Oxyfluorfen	پیش‌رویشی PRE	0.7	571.2b	130.95c	48bc	66.25c	0f
آکلونیفن + اکسی‌فلورفن Oxyfiuorfen + Aclonifen	پیش‌رویشی + پس‌رویشی PRE + Post	0.7+1.5	475fe	101.82ef	47.25c	70c	18.25c
وجین دستی Hand weeding	-	-	618a	173.5a	50a	-	-

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن α=۰/۰۵).

* Means followed by the different letters are significantly different according to Duncan's Multiple Range Test (p< 0.05)

*PRE (پیش‌رویشی), Post (پیس‌رویشی)

*PRE (pre-emergence), Post (post-emergence)

تراکم علف‌های‌هرز (همدان)

نتایج نشان داد که بین تیمارهای علف‌کشی از نظر درصد کنترل تراکم علف‌های‌هرز (قسمت سم‌پاشی‌شده نسبت به قسمت سم‌پاشی نشده) به تفکیک گونه اختلاف معنی‌دار آماری (P<0.01) وجود دارد (جدول ۹).

جدول ۹- میانگین مربعات درصد کنترل تراکم علف‌های‌هرز و ارزیابی چشمی درصد مهار علف‌های‌هرز نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی براساس شاخص استاندارد کمیته علف‌های‌هرز اروپا (EWRC) و گیاه‌سوزی نخود تحت تأثیر علف‌کش‌ها در همدان

Table 9- Mean squares of weed density control (%) and rating scale (% control) (EWRC scale) compared to the untreated control, and chickpea phytotoxicity (%) at Hamedan

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تراکم (٪) Density (%)			ارزیابی چشمی (٪ کنترل) Rating scale (% control)	گیاه‌سوزی (٪) Phytotoxicity (%)
		خاکشیر *Descurania sophia*	قدومه *Alyssum spp.*	کل Total		
تکرار Replication	3	109.9^{ns}	61.25^{ns}	15.1^{ns}	0.56^{ns}	3.59^{ns}
تیمار Herbicide	10	1835.21**	916.94**	786.34**	770.56**	1057.95**
خطا Error	30	195.47	38.55	22.77	0.56	2.34
ضریب تغییرات CV (%)	-	17	7.15	5.72	0.94	9.84

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

ns, * and **: Non significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

بیشترین کاهش در تراکم خاکشیر در تیمارهای فلومیوکسازین، آکلونیفن پس‌رویشی ۲/۵ لیتر در هکتار و اکسی‌فلورفن+آکلونیفن با ۱۰۰ درصد کنترل مشاهده شد که با آکلونیفن پیش‌رویشی دو، سه و چهار لیتر در هکتار (۸۳ تا ۹۴ درصد)، اکسی‌فلورفن به‌تنهایی (۹۵ درصد) و آکلونیفن پس‌رویشی دو لیتر در هکتار (۸۰ درصد) اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول ۱۰). در راستای نتایج این پژوهش، در یک بررسی گزارش شد که تأثیر فلومیوکسازین بر کاهش علف‌های‌هرز نخود تا ۸۳ درصد و اکسی‌فلورفن تا ۸۱ درصد است (Veisi et al., 2024). تراکم قدومه تحت تأثیر تیمارهای فلومیوکسازین و اکسی‌فلورفن + آکلونیفن به‌میزان ۱۰۰ درصد کاهش یافت که با تیمارهای آکلونیفن پیش‌رویشی دو، سه و چهار لیتر در هکتار (۹۰ تا ۹۵ درصد) و پس‌رویشی ۲ و ۲/۵ لیتر در هکتار (۹۰ و ۹۵ درصد) و اکسی‌فلورفن (۹۰/۵ درصد) اختلاف معنی‌دار آماری نداشتند (جدول ۱۰). اکسی‌فلورفن + آکلونیفن مؤثرترین تیمار (۹۷ درصد) جهت کاهش مجموع علف‌های‌هرز در مزرعه بود که با آکلونیفن به میزان‌های دو، سه و چهار لیتر در هکتار (۸۹ تا ۹۴/۵ درصد)، فلومیوکسازین (۹۷ درصد) و اکسی‌فلورفن (۹۵/۵ درصد) اختلاف معنی‌دار آماری نداشت (جدول ۱۰).

ارزیابی چشمی نخود و علف‌های‌هرز (بر حسب EWRC) در همدان

امتیازدهی (ارزیابی چشمی) خسارت علف‌کش‌ها به نخود و درصد کنترل علف‌های هرز در ۳۰ روز پس از سم‌پاشی اختلاف معنی‌دار آماری داشت (جدول ۹). تیمار آکلونیفن پس‌رویشی ۲/۵ لیتر در هکتار، بیشترین میزان گیاه‌سوزی (۳۸/۷ درصد) را نشان داد (جدول ۱۲). در ترکیه نیز کاربرد پس‌رویشی آکلونیفن موجب ۱۵ تا ۲۵ درصد خسارت به آفتابگردان شد (Pannacci et al., 2007). تیمارهای آکلونیفن پیش‌رویشی یک، دو و سه لیتر در هکتار، اکسی‌فلورفن و فلومیوکسازین، گیاه‌سوزی و خسارتی پایدار روی نخود نداشتند (جدول ۱۲). در ارزیابی چشمی درصد کنترل علف‌های‌هرز براساس روش استاندارد کمیته پژوهش علوم علف‌های‌هرز اروپا (EWRC)، بیشترین درصد کاهش علف‌های‌هرز (۹۵ درصد) به آکلونیفن پیش‌رویشی چهار لیتر در هکتار اختصاص یافت. پس از آن، فلومیوکسازین و آکلونیفن پیش‌رویشی دو لیتر در هکتار با ۹۰ درصد کنترل علف‌های‌هرز قرار گرفتند (جدول ۱۲).

عملکرد محصول (همدان)

عملکرد دانه نخود (P<0.01)، وزن‌خشک (P<0.01) و ارتفاع بوته نخود (P<0.01)، به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر تیمارهای علف‌کشی قرار گرفتند (جدول ۱۱).

جدول ۱۰- پاسخ تراکم علف‌های‌هرز (درصد کنترل نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی) به کاربرد علف‌کش‌ها، چهار هفته پس از سم‌پاشی پس‌رویشی در همدان

Table 10- Response of weed density control (% reduction compared to the untreated control) to herbicides application, four weeks after post-emergence herbicides at Hamedan

تیمارها Treatments	زمان سم‌پاشی Timing	میزان (گرم/لیتر در هکتار) Rate ($g.l^{-1}.ha^{-1}$)	تراکم Density (%)		
			خاکشیر *Descurania sophia*	قدومه *Alyssum spp.*	کل Total
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE*	1	*29.57[d]	48.67[e]	62.97[d]
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	2	83[ab]	90.25[abc]	89.37a
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	3	86.65[ab]	94[ab]	93.97[a]
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	4	93.75[ab]	95.42[ab]	94.5[a]
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	1	59.57[c]	70.9[d]	59.92[d]
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post*	1.5	76.25[bc]	82.1[c]	71.2[c]
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	2	80.4[abc]	90[abc]	76.4[bc]
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	2.5	100[a]	95[ab]	89.47[a]
فلومیوکسازین Flumioxazin	پیش‌رویشی PRE	100	100[a]	100[a]	96.87[a]
اکسی‌فلورفن Oxyfluorfen	پیش‌رویشی PRE	0.7	95[ab]	90.2[abc]	95.5[a]
آکلونیفن+ اکسی‌فلورفن Oxyfiuorfen + Aclonifen	پیش‌رویشی + پس‌رویشی PRE + Post	0.7+1.5	100[a]	100[a]	97[a]

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ۰/۰۵=α).

* Means followed [b]y the different letters are significantly different according to Duncan's Multiple Range Test ($p < 0.05$)

*PRE (پیش‌رویشی), Post (پس‌رویشی)

*PRE (pre-emergence), Post (post-emergence)

جدول ۱۱- میانگین مربعات عملکرد دانه و ارتفاع بوته نخود در همدان

Table 11– Mean squaures of grain yield and plant height of chickpea at Hamedan

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield	ارتفاع Height
تکرار Replication	3	122.74ns	0.16ns
تیمار Herbicide	11	18266.88**	11.96**
خطا Error	33	78.84	0.16
ضریب تغییرات CV (%)	-	3.58	0.83

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

ns* and **: Non significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

براســاس نتایج، در بین تیمارهای علف‌کشــی بیشــترین عملکرد دانه نخود (۳۲۲ کیلوگرم در هکتار) به فلومیوکســازین تعلق داشــت که با وجین دســتی (۳۱۹ کیلوگرم در هکتار) و آکلونیفن پیش‌رویشــی دو لیتر در هکتـار (۳۰۹ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌داری نداشت، درحالی‌که پایین‌ترین میزان عملکرد نخود در تیمار آکلونیفن پس‌رویشــی ۲/۵ لیتر در هکتار به‌دلیل تأثیر سـوء علف‌کش بر نخود مشاهده شـد (جدول ۱۲).

بیشــترین ارتفـاع بوتـه نخود نیز بـه تیمـارهـای آکلونیفن پیش‌رویشــی (کلیـه میزان‌های مصــرفی)، فلومیوکســازین، اکسی‌فلورفن و وجین دستی تعلق داشت که با یکدیگر اختلاف معنی‌دار آماری نداشــتند، درحالی‌که کمترین ارتفاع بوته در آکلونیفن پس‌رویشی ۲ و ۲/۵ لیتر در هکتار (به‌دلیل تأثیر سوء علف‌کش بر نخود) با ۴۶ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۱۲).

جدول ۱۲- تأثیر علف‌کش‌ها بر عملکرد، اجزاء عملکرد، درصد گیاه‌سوزی نخود و درصد کنترل علف‌های‌هرز نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی (ارزیابی چشمی خسارت به علف‌های‌هرز ناشی از کاربرد علف‌کش‌ها براساس روش استاندارد کمیته پژوهش علوم علف‌های‌هرز اروپا) در همدان

Table 12- Response of grain yield, yield traits, phytotoxicity (%) of chickpea and EWRC rating scale used to herbicides effects on weed control (% reduction compared to the untreated control) to herbicides application at Hamedan

تیمارها Treatments	زمان سم‌پاشی Timing	میزان (گرم بر لیتر در هکتار) Rate ($g.l^{-1}.ha^{-1}$)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	ارزیابی چشمی (کنترل٪) Rating scale control (%)	گیاه‌سوزی (٪) Phytotoxicity (%)
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE*	1	†280.25[cd*]	50.5a	70[f]	0[g]
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	2	309.25a[b]	50a	90[b]	0[g]
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	3	282.75[c]	50.5a	90[b]	0[g]
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	4	268[d]	50.5[a]	95[a]	12.5[f]
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post*	1	204.25[e]	47.75[b]	51.25[h]	25[e]
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	1.5	196.75[e]	47[c]	65[g]	31.25[c]
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	2	158[f]	46.25[d]	75[e]	35[b]
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	2.5	128.5[g]	46.25[d]	85[c]	38.75[a]
فلومیوکسازین Flumioxazin	پیش‌رویشی PRE	100	322[a]	50[a]	90[b]	0[g]
اکسی‌فلورفن Oxyfluorfen	پیش‌رویشی PRE	0.7	307.25[b]	50[a]	85[c]	0[g]
آکلونیفن + اکسی‌فلورفن Oxyfiuorfen + Aclonifen	پیش‌رویشی + پس‌رویشی PRE + Post	0.7+1.5	194.25[e]	48[b]	90[b]	28.75[d]
وجین دستی Hand weeding	-	-	319[ab]	50.25[a]	-	-

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ۰/۰۵=α).

* Means followed by the different letters are significantly different according to Duncan's Multiple Range Test ($p< 0.05$)

*PRE (پیش‌رویشی), Post (پس‌رویشی)

*PRE (pre-emergence), Post (post-emergence)

نتایج به‌دست‌آمده در همدان نشان داد که فلومیوکسازین، آکلونیفن پس‌رویشی ۲/۵ لیتر در هکتار و آکلونیفن پیش‌رویشی دو، سه و چهار لیتر در هکتار، اکسی‌فلورفن و اکسی‌فلورفن + آکلونیفن به‌صورت مطلوب تراکم خاکشیر، قدومه و مجموع علف‌های‌هرز را کاهش دادند (جدول ۱۰). در ارزیابی چشمی نیز بیشترین کارآیی به آکلونیفن چهار لیتر در هکتار تعلق داشت و پس از آن، آکلونیفن پیش‌رویشی دو و سه لیتر در هکتار، فلومیوکسازین و اکسی‌فلورفن + آکلونیفن قرار گرفتند. بیشترین عملکرد دانه و ارتفاع بوته نخود در همدان به آکلونیفن پیش‌رویشی دو لیتر در هکتار و فلومیوکسازین متعلق بود. در مجموع، آکلونیفن پیش‌رویشی دو لیتر در هکتار و فلومیوکسازین به‌دلیل مهار مناسب علف‌های‌هرز پهن‌برگ و دارا بودن عملکرد بالای نخود و عدم تأثیر سوء بر نخود، مناسب‌ترین تیمارها در همدان شناخته شدند. یک بررسی در ترکیه، ترکیب لینورون + آکلونیفن بهترین نتیجه را از نظر وزن علف‌های‌هرز، تعداد علف‌های‌هرز و نوع علف‌های‌هرز نشان داد (Takil & Kayan, 2021). در تأیید نتایج آزمایش، سایر پژوهشگران بیان کردند که آکلونیفن به‌میزان ۲۴۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار (چهار لیتر در هکتار از ماده تجاری)، بیشترین کارآیی را در کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز و افزایش عملکرد دانه نخود داشت (Kanatas & Gazoulis, 2022). در راستای نتایج این آزمایش، در بررسی دیگری اشاره کردند که آکلونیفن اکثر علف‌های‌هرز پهن‌برگ (سلمه‌تره، بابونه و سیزاب) را به‌غیر از تاجریزی مهار می‌کنند (Sasnauskas et al., 2010).

تراکم علف‌های‌هرز (آذربایجان غربی)

نتایج تأثیر تیمارهای علف‌کشی بر درصد کنترل تراکم علف‌های‌هرز در قسمت سم‌پاشی‌شده نسبت به قسمت سم‌پاشی نشده به تفکیک گونه معنی‌دار بودند (جدول ۱۳).

آکلونیفن پیش‌رویشی چهار لیتر در هکتار بیشترین تأثیر را بر کاهش تراکم علف‌هرز گل گندم (۹۴ درصد) داشت و با تیمار آکلونیفن پیش‌رویشی سه لیتر در هکتار (۹۲ درصد) اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۱۴). آکلونیفن پیش‌رویشی چهار لیتر در هکتار بیشترین کارآیی (۸۵ درصد) را بر کاهش گوش‌بره داشت و با تیمارهای آکلونیفن پیش‌رویشی سه لیتر در هکتار (۸۰/۵ درصد) و فلومیوکسازین (۸۱/۵ درصد) اختلاف معنی‌دار آماری نداشت (جدول ۱۴). علف هرز تلخه تحت تأثیر علف‌کش فلومیوکسازین تا ۸۸ درصد مهار شد که با تیمارهای آکلونیفن پس‌رویشی ۲/۵ لیتر در هکتار (۸۲ درصد) و پیش‌رویشی سه و چهار لیتر در هکتار (۸۱ درصد) اختلاف معنی‌دار آماری نداشت (جدول ۱۴). مؤثرترین تیمار در کاهش تراکم کل علف‌های‌هرز، آکلونیفن پیش‌رویشی چهار لیتر در هکتار (۸۷ درصد) بود که با تیمارهای آکلونیفن پس‌رویشی ۲/۵ لیتر در هکتار (۸۵ درصد) و آکلونیفن پیش‌رویشی سه لیتر در هکتار (۸۵ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۱۴).

جدول ۱۳- میانگین مربعات درصد کنترل تراکم علف‌های‌هرز، ارزیابی چشمی درصد کنترل علف‌های‌هرز براساس شاخص استاندارد کمیته علف‌های‌هرز اروپا (EWRC) و گیاه‌سوزی نخود تحت تأثیر علف‌کش‌ها، عملکرد و ارتفاع بوته نخود در آذربایجان غربی

Table 13- Mean squares of weed density control (%), Rating scale (% control) (EWRC scale) and chickpea phytotoxicity at West Azerbayjan

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تراکم (٪) Density (%)				ارزیابی چشمی (٪ کنترل) Rating scale (% control)	گیاه‌سوزی (٪) Phytotoxicity (%)
		گل‌گندم *Centaurea cyanus*	گوش‌بره *Conringia orientalis*	تلخه *Acroptilon repens*	کل Total		
تکرار Replication	3	2.81^{ns}	15.37^{ns}	1.13^{ns}	10.58^{ns}	3.21^{ns}	0.006^{ns}
تیمار Herbicide	10	1440.06**	598.49**	1046.97**	546.6**	759.43**	4.49**
خطا Error	30	10.6	12.6	3.03	1.69	1.61	0.007
ضریب تغییرات CV (%)	-	4.82	5.1	2.66	1.79	1.85	7.44

جدول ۱۴- پاسخ تراکم علف‌های‌هرز (درصد کنترل نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی) به کاربرد علف‌کش‌ها، چهار هفته پس از سم‌پاشی پس‌رویشی در آذربایجان غربی

Table 14- Response of density of weeds (% reduction compared to the untreated control) to herbicides application, four weeks after Post-emergence herbicide at West

تیمارها Treatments	زمان سم‌پاشی Timing	میزان (گرم بر لیتر در هکتار) Rate ($g.l^{-1}.ha^{-1}$)	گل گندم *Centaurea cyanus*	گوش‌بره *Conringia orientalis*	تلخه *Acroptilon repens*	کل Total
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE*	1	43.7f†	52f	43.95f	56.2f
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	2	46.25ef	53.2f	52.02d	62.05e
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	3	91.82a	80.5ab	80.85a	85.37ab
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	4	93.65a	85.25a	81.02a	87.2a
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post*	1	42.37f	55.8ef	43.22f	57.7f
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	1.5	48.7e	60.05e	46.67e	63.2e
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	2	69.7d	74.2c	70.07b	70d
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	2.5	83.57b	78.6bc	82.15a	85.4ab
فلومیوکسازین Flumioxazin	پیش‌رویشی PRE	100	83.42b	81.5ab	73.87b	84b
اکسی‌فلورفن Oxyfluorfen	پیش‌رویشی PRE	0.7	70.4cd	69.05d	71.05b	73.05c
آکلونیفن + اکسی‌فلورفن Oxyfiuorfen+ Aclonifen	پیش‌رویشی + پس‌رویشی PRE + Post	0.7+1.5	74.75c	74.9c	63.6c	72.95c

* در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن α=۰/۰۵).

* Means followed by the different letters are significantly different according to Duncan's Multiple Range Test (p< 0.05)

*PRE (پیش‌رویشی), Post (پس‌رویشی)

*PRE (pre-emergence), Post (post-emergence)

ارزیابی چشمی نخود و علف‌های‌هرز (ارزیابی چشمی EWRC) در آذربایجان غربی

تیمارهای علف‌کشی از نظر امتیازدهی (ارزیابی چشمی) خسارت علف‌کش‌ها به نخود و درصد کنترل علف‌های‌هرز اختلاف معنی‌دار داشتند آماری (P<0.01) (جدول ۱۳). بیشترین میزان گیاه‌سوزی (۱۲/۶ درصد) روی نخود در تیمار آکلونیفن پس‌رویشی ۲/۵ لیتر در هکتار مشاهده شد. آکلونیفن پس‌رویشی دو لیتر در هکتار و پیش‌رویشی چهار لیتر در هکتار به‌ترتیب ۸/۵ و ۸ درصد به نخود خسارت وارد کردند. سایر تیمارهای آزمایشی، تأثیرات سوء پایداری روی نخود نداشتند (جدول ۱۶). در ارزیابی چشمی درصد کنترل علف‌های‌هرز براساس روش استاندارد کمیته پژوهش علف‌های‌هرز اروپا (EWRC)، بیشترین درصد کاهش علف‌های‌هرز (۸۶ درصد) به آکلونیفن پیش‌رویشی چهار لیتر در هکتار اختصاص یافت که با تیمارهای فلومیوکسازین (۸۴/۵ درصد)، آکلونیفن پس‌رویشی ۲/۵ لیتر در هکتار (۸۴ درصد) و آکلونیفن پیش‌رویشی سه لیتر در هکتار (۸۴ درصد) اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۱۶).

عملکرد محصول (آذربایجان غربی)

عملکرد دانه نخود، وزن‌خشک و ارتفاع بوته نخود تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌دار آماری نشان دادند (P<0.01) (جدول ۱۵).

جدول ۱۵- میانگین مربعات عملکرد دانه و ارتفاع بوته نخود در آذربایجان غربی

Table 15– Mean squaures of grain yield and plant height at West Azerbayjan

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield	وزن خشک Dry weight	ارتفاع Height
تکرار Replication	3	1967.98^{ns}	23.31^{ns}	1.35^{ns}
تیمار Herbicide	11	389569.32**	4156.55**	2.76**
خطا Error	33	784.57	24.83	0.21
ضریب تغییرات CV (%)	-	3.15	4.07	

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

ns, * and **: Non significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

بیشـــترین عملکرد دانه نخود در تیمار وجین دســـتی با ۱۳۱۳/۶ کیلوگرم در هکتار مشـــاهده شـــد (جدول ۱۶). پس از وجین، بیشـــترین عملکرد نخود به تیمارهای فلومیوکســـازین (۱۲۵۴ کیلوگرم در هکتار) و آکلونیفن پیش‌رویشی سه لیتر در هکتـار (۱۲۳۷ کیلوگرم در هکتـار) تعلق گرفت، درحـالی‌کـه کمترین عملکرد دانه نخود (۳۵۵ کیلوگرم در هکتار) به تیمار آکلونیفن پس‌رویشی ۲/۵ لیتر در هکتار اختصاص یافت (به‌دلیل تأثیرات ســـوء علف‌کش بر نخود) (جدول ۱۶). بیشـــترین وزن خشـــک بوته نخود (۱۶۶ گرم در مترمربع) پس از وجین (۱۷۳ گرم در مترمربع) به تیمار آکلونیفن پیش‌رویشـــی ســـه لیتر در هکتار اختصـــاص یافت که با فلومیوکســـازین تفاوت معنی‌داری نداشـــت. کمترین وزن‌خشـــک بوته نخود به تیمارهای آکلونیفن پس‌رویشی به‌میزان ۲/۵ لیتر در هکتار (۸۰/۵ گرم در متربع) و آکلونیفن پیش‌رویشـــی یک لیتر در هکتار (۸۴ گرم در متربع)، به‌دلیل مهار پایین علف‌های‌هرز، تعلق داشـــت (جدول ۱۵). بیشـــترین ارتفاع بوته (۴۰ ســـانتی‌متر) در تیمار وجین دســـتی، فلومیوکسـازین و آکلونیفن پیش‌رویشی دو و سه لیتر در هکتار مشـــاهده شـــد. کوتاه‌ترین بوته نخود (۳۷/۵ ســـانتی‌متر) نیز به آکلونیفن پیش‌رویشـــی ۲/۵ لیتر در هکتار تعلق داشـــت (جدول ۱۶).

به‌طور کلی، آکلونیفن پیش‌رویشـــی ســـه و چهار لیتر در هکتار و آکلونیفن پس‌رویشی ۲/۵ لیتر در هکتار بهترین تیمارها برای کـاهش مجموع علف‌هـای‌هرز پهن‌برگ در مزارع نخود آذربایجان غربی بودند و در ارزیابی چشمی نیز ۸۴ تا ۸۶ درصد کارآیی نشـان دادند. بیشـترین عملکرد دانه و وزن خشـک نخود پس از وجین، به تیمارهای آکلونیفن پیش‌رویشـی ســه لیتر در هکتار و فلومیوکسـازین تعلق داشـت که این افزایش دوز نسـبت به همدان و کرمانشـاه به‌دلیل غالب بودن علف هرز دائمی تلخه در مزرعه آزمایشی بوده است. تلخه یک علف هرز سخت کنترل می‌باشد، که آکلونیفن با دوز سه لیتر در هکتار توانسته است آن را مهار کنـد. آکلونیفن چهار لیتر در هکتـار بـا وجود کـارآیی مناســـب در مهار علف‌های‌هرز، به‌دلیل تأثیر ســـوء روی نخود از عملکرد پایین‌تری نســـبت به تیمار ســـه لیتر در هکتار برخوردار بود. در تـأییـد نتـایج فوق، تحقیقی در هنـد نشـــان داد کـه فلومیوکســـازین پیش‌رویشـــی به شـــکلی مؤثر تأثیر منفی بر علف‌های‌هرز داشـــته و موجب افزایش عملکرد دانه نخود گردید (Yenish, 2009).

نتایج این پژوهش در ســـه مکان آزمایشـــی نشـــان داد که علف‌کش‌های پیش‌رویشـــی آکلونیفن و فلومیوکســـازین بیش از ۸۰ درصـد تراکم علف‌های‌هرز پاییزه (خردل وحشـی، گوش‌بره، خاکشیر و شلمی) را کاهش دادند، که نشان‌دهنده تأثیر مناسب این علف‌کش‌ها روی بذور در حال جوانه‌زنی این گونه‌ها در فصل پاییز می‌باشـــد. همچنین گونه‌های گلرنگ‌وحشـــی، کاســـنی، گل‌گندم و قدومه که رویش آن‌ها از اواخر اســـفند تا اوایل بهار اســـت (Veisi, 2021)، بیش از ۷۰ درصـــد کاهش یافتند. علف هرز ســـلمه‌تره نیز که رویش بهاره دارد، ۹۲/۵ درصـــد توســـط آکلونیفن پیش‌رویشـــی کاهش یافت. در راســـتای نتایج این پژوهش، طی یک بررســـی در ایتالیا، علف‌های‌هرز یک‌ســـاله پهن‌برگ توسط آکلونیفن به‌میزان ۸۱ درصد کنترل شدند که از این میـان، ســـلمـه تره بـه‌میزان ۹۴ درصـــد کـاهش یـافـت (Pannacci & Bartolini, 2018). همین‌طور علف هرز تلخـه، به‌دلیل دائمی و سـخت کنترل بودن در مزارع، توسـط آکلونیفن سـه لیتر در هکتار به‌میزان ۸۱ درصـد مهار شـد. در بلغارسـتان، علف‌های‌هرز ســـیزاب، بی‌تی‌راخ، بابونه، تاج خروس، شـــقـایق (*Papaver rhoeas* L.) و غربیلک، بیش از ۹۰ درصـد توسـط

آکلونیفن پیش‌رویشی سه لیتر در هکتار در مزارع نخود و آفتابگردان کاهش یافتند (Delchev, 2022; Delchev, 2021).

نتایج ارزیابی نهایی علف‌کش‌ها نشان می‌دهد که آکلونیفن دو و سه لیتر در هکتار و فلومیوکسازین به‌میزان ۱۰۰ گرم در هکتار، بیش از ۸۵ درصد علف‌های‌هرز پهن‌برگ مزارع نخود را مهار کردند.

علاوه‌بر آن، دو علف‌کش آکلونیفن و فلومیوکسازین، دو مهارکننده متفاوت علف‌کشی هستند. آکلونیفن مهارکننده سولان‌اسیل‌دی فسفات سنتتاز است (با محل عمل جدید) (گروه مقاومت ۳۲) که بیشتر روی سنتز کاراتنوئید اثر دارد (Kahlau et al., 2020)، و فلومیوکسازین مهارکننده پروتوپورفیرینوژن (گروه مقاومت ۱۴) که مهارکننده سنتز کلروفیل است. بنابراین به‌منظور پیشگیری از مقاومت علف‌های‌هرز به علف‌کش‌ها و تنوع در محل عمل علف‌کش‌ها، هر دو به تناوب می‌توانند در مزارع نخود استفاده شوند.

جدول ۱۶- تأثیر علف‌کش‌ها بر عملکرد، اجزاء عملکرد و درصد گیاه‌سوزی نخود و درصد مهار علف‌های‌هرز نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی (ارزیابی چشمی خسارت به علف‌های‌هرز ناشی از کاربرد علف‌کش‌ها (EWRC)) در آذربایجان غربی

Table 16- Response of grain yield, yield traits and phytotoxicity (%) in chickpea and weed control efficiency compared to the untreated control (visual weed injury assessment due to herbicide application (EWRC)) at west azerbaijan

تیمارها Treatments	زمان سم‌پاشی Timing	میزان (گرم بر لیتر در هکتار) Rate ($g.l^{-1}.ha^{-1}$)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	وزن خشک (گرم در مترمربع) Dry weight ($g.m^{-2}$)	ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	ارزیابی چشمی (کنترل٪) Rating scale (% control)	گیاه‌سوزی (٪) Phytotoxicity (%)
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE*	1	552.78^{g*}	84.13^{g}	38.25^{d}	50.05^{f}	0^{c}
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	2	1207.7^{c}	144.15^{c}	39.62^{ab}	55.6^{d}	0^{c}
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	3	1251.32^{b}	166.24^{b}	39.75^{ab}	84.1^{a}	0^{c}
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	4	925.5^{d}	114^{d}	37.5^{e}	85.75^{a}	8^{b}
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post*	1	957.68^{d}	95.8^{f}	38.5^{d}	53.22^{e}	0^{c}
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	1.5	732.93^{e}	103.22^{e}	39.25^{bc}	59.37^{c}	0^{c}
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	2	641.13^{f}	119.3^{d}	38.75^{cd}	65.85^{b}	8.5^{b}
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	2.5	355.33^{h}	80.55^{g}	38.7^{cd}	84.3^{a}	12.62^{a}
فلومیوکسازین Flumioxazin	پیش‌رویشی PRE	100	1254.25^{b}	164.7^{b}	40^{a}	84.5^{a}	0^{c}
اکسی‌فلورفن Oxyfluorfen	پیش‌رویشی PRE	0.7	730.9^{c}	106.42^{e}	38.37^{d}	65^{b}	0^{c}
آکلونیفن+ اکسی‌فلورفن Oxyfiuorfen+ Aclonifen	پیش‌رویشی +پس‌رویشی PRE+Post	0.7+1.5	772.68^{e}	115.09^{d}	38.5^{d}	65.57^{b}	0^{c}
وجین دستی Hand weeding	-	-	1313.58^{a}	173.07^{a}	40.12^{a}	-	-

*در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ۰/۰۵=α).

* Means followed by the different letters are significantly different according to Duncan’s Multiple Range Test ($p< 0.05$)

جدول ۱۷- ارزیابی توصیفی کارآیی علف‌کش‌ها
Table 17- Descriptive evaluation of herbicides` effectiveness

تیمار Treatments	زمان Timing	میزان (گرم/لیتر در هکتار) Rate (g.l-1.ha-1)	کاهش تراکم علف‌های‌هرز Weed density reduction			ارزیابی چشمی(EWRC) Visual evaluation			ارزیابی نهایی Final evaluation
			کرمانشاه Kermanshah	آذربایجان‌غربی West Azerbayjan	همدان Hamedan	میزان (گرم/لیتر در هکتار) Rate (g.l-1.ha-1)	آذربایجان‌غربی West Azerbayjan	همدان Hamedan	
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE*	1	**	**	**	**	**	**	**
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	2	****	**	****	****	**	****	***
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	3	****	****	****	****	***	****	****
آکلونیفن Aclonifen	پیش‌رویشی PRE	4	****	****	****	****	****	****	****
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post*	1	**	**	**	**	**	**	**
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	1.5	***	**	***	***	**	**	**
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	2	***	**	***	***	**	***	**
آکلونیفن Aclonifen	پس‌رویشی Post	2.5	***	****	****	***	***	****	***
فلومیوکسازین Flumioxazin	پیش‌رویشی PRE	100	****	***	****	****	***	****	****
اکسی‌فلورفن Oxyfluorfen	پیش‌رویشی PRE	0.7	**	***	****	****	**	****	***
آکلونیفن + اکسی‌فلورفن Oxyfiuorfen + Aclonifen	پیش‌رویشی + پس‌رویشی PRE + Post	0.7+1.5	***	***	****	****	**	****	***

****: کنترل بیش از ۸۵ درصد، ***: کنترل ۷۰ تا ۸۵ درصد، **: کنترل ۵۰ تا ۷۰ درصد، *: کنترل ۳۰ تا ۵۰ درصد
****: >85% control, ***: 70 to 85% control, **: 50 to 70% control, *: 30 to 50 control

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده از سه مکان اجرای آزمایش نشان می‌دهد که علف‌کش‌های فلومیوکسازین پیش‌رویشی ۱۰۰ گرم در هکتار و آکلونیفن پیش‌رویشی دو لیتر در هکتار، کارآیی مطلوبی بر مهار علف‌های‌هرز شلمی، سلمه‌تره، کاسنی ،گوش‌بره، گلرنگ‌وحشی، خاکشیر و قدومه و آکلونیفن سه لیتر در هکتار و فلومیوکسازین پیش‌رویشی ۱۰۰ گرم در هکتار نیز مناسب‌ترین تأثیر را بر کاهش علف‌هرز تلخه و افزایش عملکرد داشتند. با توجه به کارآیی مطلوب این دو علف‌کش در مهار علف‌های‌هرز پهن‌برگ نخود پاییزه و افزایش عملکرد آن، آکلونیفن به‌میزان دو لیتر در هکتار و فلومیوکسازین به‌میزان ۱۰۰ گرم در هکتار به‌صورت پیش‌رویشی برای مهار علف‌های‌هرز پهن‌برگ یک‌ساله، و آکلونیفن سه لیتر در هکتار برای علف‌های‌هرز سخت کنترل مانند تلخه توصیه می‌شود. با توجه به اینکه یکی از راهبردهای مناسب برای افزایش طیف علف‌کشی در نخود پاییزه، استفاده از علف‌کش‌های پیش‌رویشی (مهار علف‌های‌هرز پاییزه) و پس‌رویشی (مهار علف‌های‌هرز بهاره) است، پیشنهاد می‌شود که در پروژه‌های آتی از ترکیب علف‌کش‌های جدید پس‌رویشی با پیش‌رویشی استفاده شود.

سپاسگزاری

این مقاله از پروژه مصوب با کد ۰۴-۵۵-۱۶-۰۶۲-۰۰۰۷۳۳ در سـازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشـاورزی اسـتخراج شـده اسـت. بدینوسـیله از تمام عزیزانی که در تصـویب و اجرای این پروژه ما را یاری رساندند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

Ahmadi, G. (1998). Critical period of weed control in chickpea. M.Sc. Thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian with English Abstract).

Amarnameh. (2023). Agricultural statistics 2021, crops. Vice President of Statistics, Information and Communication Technology Center. Vol 1. 99 pp.

Americanos, P. G., & Droushiotis, D. N. (1998). Chemical Control of Weeds in Forage Legumes. Technical Bulletin, 8 pp.

Antar, S., & Salim, A. (2017). Effect of spraying of new herbicide challenge in different concenteration on growth and yield of *Cicer arietinum* L. and accompanying weeds in north of iraq. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, *5*(4), 215-234.

Anonymous. (2009). Flumioxazin Herbicide, Technical Brochure. Valent U.S.A. Corporation.

Babaei, S., Lahooni, S., Mousavi, S. K., Tahmasebi, I., Sabeti, P., & Abdulahi, A. (2022). Efficiency of herbicides for weed control in chickpea and effect of their residues on wheat growth. *Agronomía Colombiana*, *40*(2), 249-257.

Barros, J., Calado, J., Carvalho, M., & Duarte, I. (2018). Effect of different doses and spray volumes of the herbicide aclonifen for pre-emergence weed control in chickpea crop. *Revista de CiênciasAgrárias (Portugal)*, *41*(2), 432-442. https://doi.org/10.19084/RCA17224

Bayer Crop Science. (2009). http://www.bayercropscience.com/bcsweb/cropprotection. nsf/id/aclonifen.

Chalechale, Y., Minbashi Moeni, M., & Shiranirad, A. H. (2014). Weed mapping in chickpea (*Cicer arietinum* L.) fields and prediction of their presence in agricultural lands of Kermanshah province using geographic information system. *Journal of Weed Ecology*, *2*, 95–112. (In Persian with English Abstract).

Covarelli, L., & Tosi, L. (2006). Presence of sunflower downy mildew in an integrated weed control field trial, *Journal of Phytopath*ology, *154*, 281–285. https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2006.01094.x

Delchev, G. (2022). Efficacy of herbicides, herbicide combinations and herbicide tank mixtures on lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Agricultural Science and Technology*, *14*(3), 40-48. https://doi.org/10.15547/ast.2022.03.035

Delchev, G. (2021). Efficacy of herbicides, herbicide combinations and herbicide tank mixture on chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Agronomy*, *64*(1), 283-290.

Devine, M. D. & Shukla, A. (2000). Altered target sites as a mechanism of herbicide resistance, *Crop Protection*, *19*, 881–889. https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00123-X

European Food Safety Authority. (2008). Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance aclonifen. *EFSA Journal*, *149*, 1-80.

Fallah, S., & PezeshkPour, P. (2009). Effect of plant density and time of weeding on quantitative characteristics of autumn chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Lorestan region. *Iranian Journal of Field Crop Science*, *40*(2), 67-74. (In Persian with English Abstract).

FAOSTAT. (2022). Online database. https://www.fao.org/faostat/en/# data/QCL. (Verified 15 Sept 2022).

Fathi, E., Tahmasebi, I., & Teimoori, N. (2016). The effects of sowing dates on weed populations and identification of dominant species in chickpea field. *Agroecology Journal*, *12*(1), 59-67. (In Persian with English Abstract).

Gore, A. K., Gobade, S. M. & Patil, P. V. (2015). Effect of pre and post emergence herbicides on yield and economics of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Tropical Agriculture*, *33*(2), 909-912.

Harker, K. N. & O'Donovan, J. T. (2013). Recent weed control, weed management, and integrated weed management. *Weed Technology*, *27*, 1-11. https://doi.org/10.1614/WT-D-12-00109.1

Heap, I. (2020). The International Herbicide-Resistant Weed Database. Online. Monday, June 8, 2020. Available at www.weedscience.org

Jha, P., & Kumar, V. (2017). Pulse crop tolerance and weed control with fall-applied soil-residual herbicides. *Agronomy Journal*, *109*(6), 2828-2838. https://doi.org/10.2134/agronj2017.06.0320

Kahlau, S., Schröder, F., Freigang, J., Laber, B., Lange, G., Passon, D., Kleeßen, S., Lohse, M., Schulz, A., von Koskull-Döring, P., & Klie, S. (2020). Aclonifen targets solanesyl diphosphate synthase, representing a novel mode of action for herbicides. *Pest Management Science*, *76*(10), 3377-3388. https://doi.org/10.1002/ps.5781

Kanatas, P. J. & Gazoulis, I. (2022). The integration of increased seeding rates, mechanical weed control and herbicide application for weed management in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Phytoparasitica*, *50*(1), 255-267. https://doi.org/10.1007/s12600-021-00955-3

Kaya, M., Sener, A., Karaman, R., Atak, M. & Kan, A. (2018). Effect of reduced and increased herbicides doses on weed control strategies in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Fresenius Environmental Bulletin*, *27*(5A), 3846-3853.

Kilinc, O. (2011). Aclonifen: The identikit of a widely used herbicide. *African Journal of Agricultural Research*, *6*(10), 2411-2419.

Kousta, A., Katsis, C., Tsekoura, A., & Chachalis, D. (2024). Effectiveness and selectivity of pre-and post-emergence herbicides for weed control in grain legumes. *Plants*, *13*(2), 211. https://doi.org/10.3390/plants13020211

Latif, A., Jilani, M. S., Baloch, M. S., Hashim, M. M., Khakwani, A. A., Khan, Q. U., Saeed, A., & Mamoonur-Rashid, M. (2021). Evaluation of critical period for weed crop competition in growing broccoli crop. *Scientia Horticulturae*, *287*, 110270. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110270

Lee, H., Duke, M., & Duke, S. (1993). Cellular localization of protoporphyrinogen-oxidizing activities of etiolated barley (*Hordeum vulgare*) leaves. *Plant Physiology*, *102*, 881–889. https://doi.org/10.1104/pp.102.3.881

Mahoney, K. J., Shropshire, C., & Sikkema, P. H. (2014). Weed management in conventional-and no-till soybean using flumioxazin/pyroxasulfone. *Weed Technology*, *28*(2), 298-306. https://doi.org/10.1614/WT-D-13-00128.1

Mansourian, S., Izadidarbandi, E., Rashed Mohassel, M. H., Rastgo, M., & Kanouni, H. (2021). weed mapping for dryland chickpea (*Cicer arietinum* L.) fields in Kurdistan province using geographic information system. *Iranian Plant Protection*, 35(1), 69-89. https://jpp.um.ac.ir/index.php/jpp/issue/article_39791.html

Mohammadi, G., Javanshir A., Rahimzadeh-khooie, F., Mohammadi, A., & Zehtab-Salmasi, S. (2005). Critical period of weed interference in chickpea. *Journal of Weed Research*, *45*(1), 57-63. https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2004.00431.x

Mousavi, S. K. (2010). Chemical weed control in autumn sowing of chickpea (*Cicer arietinum* L.) at Lorestan province. *Iranian Journal of Pulses Research*, *1*(2), 131-142. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22067/ijpr.v1i2.9223

Mousavi, S. K., Pezeshkpour, P., & Shahverdi, M. (2007). Weed population response to chickpea (*Cicer arietinum* L.) variety and planting date. *Science and Technology of Agricultural and Natural Resources*, *11*, 167–177. (In Persian with English Abstract). http://dorl.net/dor/20.1001.1.24763594.1386.11.40.14.4

Norsworthy, J. K., Ward, S. M., Shaw, D. R., Llewellyn, R. S., Nichols, R. L., Webster, T. M., Bradley, K. W., Frisvold, G., Powles, S. B., Burgos, N. R., Witt, W. W. & Barrett, M. (2012). Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. *Weed Science*, *60*(1), 31-62. https://doi.org/10.1614/WS-D-11-00155.1

Pannacci, E., & Bartolini, S. (2018). Evaluation of chemical weed control strategies in biomass sorghum. *Journal of Plant Protection Research*, *58*(4), 404-412. http://dx.doi.org/10.24425/jppr.2018.125881

Pannacci, E., Graziani, F., & Covarelli, G. (2007). Use of herbicide mixtures for pre and post-emergence weed control in sunflower (*Helianthus annuus*). *Crop Protection*, *26*(8), 1150-1157. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.10.008

Ramakrishna, A., Rupels, O. P., Reddy, S. L. N., & Sivaramacrishna, C. (1992) Promising herbicides for weed control in chickpeas. *Tropical Pest Management*, *38*(4), 398-399. https://doi.org/10.1080/09670879209371735

Rasal, S. J., Ingole, P. G., Pagar P. C., & Chimote, A. N. (2015). Weed management in kabuli chickpea. 25Asian-Pacific Weed Science Society Conference on Weed Science for Sustainable Agriculture, Environment and Biodiversity Hyderabad, India during 13-16 October.

Sandral, G., Dear, B., Pratley, J., & Cullis B. (1997). Herbicide dose rate response curves in subterranean clover determined by a bioassay. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 37, 67-74.

Sasnauskas, A., Kavaliauskaitė, D., Karklelienė, R., & Bobinas, C. (2010). Weed control by herbicides and their combination in carrot crop. In XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on 936. pp. 295-298.

Saxena, N. P., Saxena, M. C., & Johansen, C. N. (1996). Adaptation of chickpea in the West Asia and North Africa Region. ICARDA, pp. 181-188.

Soltani, N., Shropshire, C., & Sikkema, P. H. (2016). Winter wheat (*Triticum aestivum*) response to flumioxazin soil residues from preceding dry bean (*Phaseolus vulgaris*) desiccation. *Canadian Journal of Plant Science*, *96*(5), 790-795. https://doi.org/10.1139/cjps-2015-0390

Takil, E., & Kayan, N. (2021). The effects of some weed control methods on yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Eskişehir conditions. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2, 205-213. https://doi.org/10.25308/aduziraat.911860

Veisi, M., Jahedi Turk, A., & Mansouri, M. S. (2024). Influence of herbicides-based weed management in chickpea. *Journal of Food Legume*, *37*(3), 297-304.

Veisi, M., Jahedi, Turk, A., & Hatami, S. (2023). Investigation on the effect of aclonifen (600 SC) on weed control in rain-fed autumn sown chickpea and residual effects of herbicides on wheat in rotationin rainfed system. Final Report of Plant Protection Institute, p. 38. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.59797/jfl.v37.i3.210

Veisi, M., Moeini, M. M., Jahedi, A., Mansoori, M. S., & Sabeti, P. (2022). Weed control efficacy: Response of chickpea to pre and post-emergence herbicides. *Gesunde Pflanzen, 74*(2), 447-456. https://doi.org/10.1007/s10343-022-00621-6

Veisi, M. (2021). Weeds of chickpea. Introduction and management of important pests, diseases and weeds in chickpea. F. Shafaqi, S. Ashtari, K. Tahnabi, N. Shahraain, & M. Veisi. In *The handbook of the Iranian Research Institute of Plant Protection.* pp. 61-92. (In Persian with English Abstract).

Veisi, M., Zand, E., Moeini, M. M. & Bassiri, K. (2019). Review of research on weed management of chickpea in Iran: challenges, strategies and perspectives. *Journal of Plant Protection Research*, *60*(2), 113-125. https://doi.org/10.24425/jppr.2020.132212

Yenish, J. P. (2009). Garbanzo beans (chickpeas). In: E. Peachey, D. Ball, R. Parker, J. Yenish, D. Moroshita, P. Hutchinson, (eds). *Pacific Northwest Weed Management Hand Book*. Pullman (WA): Extension Publishing and Printing. p. 204–206

Yilar, M., Sozen, O., & Karadavut, U. (2020). The effects of weed density and different weed control applications on yield and yield components of chickpea cultivars. *Legume Research-An International Journal*, *43*(1),117-121. http://dx.doi.org/10.18805/LR-480